



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 27 760 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 02 N 2/00
H 01 L 41/09
B 06 B 1/06

②1 Aktenzeichen: P 44 27 760.1
②2 Anmeldetag: 5. 8. 94
④3 Offenlegungstag: 8. 2. 96

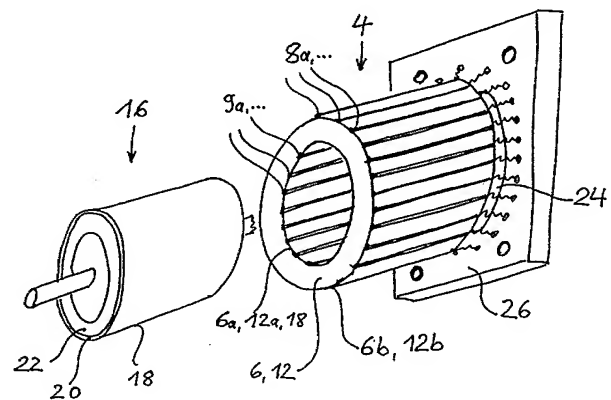
DE 44 27 760 A 1

⑦1 Anmelder:
Continental Aktiengesellschaft, 30165 Hannover, DE

⑦2 Erfinder:
Schneider, Eckhard, Dr., 31275 Lehrte, DE

⑤4 Wanderwellenmotor mit Zylinderläufer

⑤7 Es wird ein Wanderwellenmotor mit Zylinderläufer beschrieben, dessen zylindrischer Schwingkörper über seine gesamte Länge gleichmäßig angeregt wird und der bei möglichst geringen Abmessungen in der Lage ist, ein für Wanderwellenmotoren optimales Drehmoment zu erzeugen. Das Problem der mangelhaften akustischen Anpassung zwischen piezokeramischem Anregeelement und der als Schwingkörper ausgebildeten akustischen Last wird dadurch gelöst, daß der hohlzylindrische elastische Schwingkörper aus piezokeramischem Material besteht, wobei die Piezokeramik gleichermaßen die Funktion des Anregemittels als auch die des Schwingkörpers übernimmt. Der Wanderwellenmotor besteht aus zwei wesentlichen Teilen: einem als Schwingkörper (6) ausgebildeten (hohl-)zylindrischen Stator (4) und einem zylindrischen Rotor (16), der entweder stabförmig ausgebildet ist und unter radialem Druck fest im Innern des rohrförmigen Stators (4) angeordnet ist (Innenläufer, Fig. 1), oder der rohrförmig über den zylindrischen Stator (4) gestülpt ist und ebenfalls in Druckkontakt mit dem Stator (4) steht (Außenläufer). In Anbetracht eines hohen Drehmoments bei einfachem und robustem Aufbau des Motors ergeben sich diverse Anwendungsmöglichkeiten.



DE 44 27 760 A 1

Die Erfindung betrifft einen Wanderwellenmotor mit Zylinderläufer, bestehend aus einem Stator mit einem hohlzylindrischen elastischen Schwingkörper nebst einem mit mindestens zwei Paaren von Elektroden versehenen piezokeramischen Anregemittel, einer elektronischen Schaltung zur Speisung der Elektroden des piezokeramischen Anregemittels und einem Rotor, der unter Druck in Kontakt mit dem Stator steht, und wobei der Rotor an seiner Berührungsfläche mit dem Stator mit einer Haftschrift versehen ist.

Wanderwellenmotoren funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Oberflächenwellen des Meeres. Auf der Wasserwelle bewegen sich die Wasserteilchen entlang von Ellipsen, wobei auf der Wasseroberfläche eine Bewegung der Wasserteilchen entgegen der Fortpflanzungsrichtung der Welle entsteht. Ein entsprechender Vorgang ist bei Wanderwellenmotoren gegeben: Eine sich auf der Oberfläche eines als Stator ausgebildeten Schwingkörpers fortbewegende Welle bewirkt eine elliptische Anregung der Teilchen des Schwingkörpers mit einer Oberflächenbewegung auf dem Wellenberg entgegen der Ausbreitungsrichtung der Wellenbewegung. Dabei wird ein mit einer Haft- bzw. Reibfläche versehener, in kraftschlüssiger Verbindung mit dem Stator stehender Rotor mitgenommen.

In der US-PS 45 62 374 wird ein Wanderwellenmotor vorgeschlagen, bei dem der Schwingkörper mittels einer Anzahl kreisförmig angeordneter Piezosegmente angeregt werden soll. Diese Piezosegmente weisen unterschiedlich polarisierte Bereiche auf.

Die mit derartigen Wanderwellenmotoren auftretenden Nachteile bestehen insbesondere darin, daß die als Anregesystem dienenden Piezosegmente wesentlich andere akustische Eigenschaften als der anzuregende Schwingkörper haben. Das bedeutet, daß an den Grenzflächen zwischen Piezosegment und Schwingkörper Ultraschallreflexionen entstehen, die zu einer nur verminderten Übertragung der Anregungsenergie auf den Schwingkörper führen. Zusätzlich führt die zwischen Piezosegment und Schwingkörper vorhandene akustische Fehlanpassung zu unterschiedlichen Bewegungsamplituden an der Grenzfläche, was wiederum zu Lokierungen der Klebeverbindungen oder zu Materialbrüchen führen kann.

Darüber hinaus ist mit den fest vorgegebenen, unterschiedlich polarisierten Bereichen lediglich eine eingeschränkte Steuerbarkeit des Motors möglich.

Mit der DE 42 16 273 A1 wurde die mangelhafte Steuerbarkeit dadurch verbessert, daß man anstelle einer Anzahl kreisförmiger, mit mehreren unterschiedlich polarisierten Bereichen versehenen Piezosegmenten eine Anzahl punktförmiger, jeweils nur mit einer einzigen Elektrode versehenen Piezoelemente als Anregesystem auf dem Schwingkörper befestigt hat.

Das Problem der mangelhaften akustischen Anpassung zwischen piezokeramischen Anregeelement und der als Schwingkörper ausgebildeten akustischen Last wurde auch hier — genauso wenig wie in der DE 39 27 040 — weder erkannt noch gelöst.

Die DE 42 44 704 A1 hat sich insbesondere die Verbesserung der mangelhaften Kopplung zwischen Anregesystem und Schwingkörper zur Aufgabe gestellt. Dies soll durch stabförmige Dehnelemente, die mit ihren Stirnflächen gegen einen Schwingkörper drücken, gelöst werden. Dabei kann offenbar auf eine Verklebung der Piezokeramik auf dem Schwingkörper verzichtet

werden. Das Problem der völlig ungeeigneten akustischen Fehlanpassung zwischen Dehnkörper und Schwingkörper ist auch hier nicht gelöst.

Auch kann unterstellt werden, daß Dehnkörper und Schwingkörper aufgrund ihrer unterschiedlichen Dimensionen und akustischen Parameter in der Regel völlig unterschiedliche Eigenfrequenzen aufweisen, so daß nur gänzlich unbefriedigenden Wirkungsgrade zu erzielen sind.

Hingegen werden in der DE 42 44 704 A1 weitere Probleme der Übertragung der Ultraschallenergie vom Anregesystem auf den Schwingkörper deutlich:

Die als Anregesystem fungierenden Dehnkörper üben lediglich mit ihren kleinen Stirnflächen einen Druck auf den zylindrischen Schwingkörper aus, und zwar nur am Ende des Schwingkörpers (Fig. 1). Der Druck der Dehnkörper erzeugt eine Welle, die sich sowohl in radialer als auch in Längsrichtung des zylindrischen Schwingkörpers ausbreitet. Je nach Länge des zylindrischen Schwingkörpers erreicht der Wellenberg das andere Ende des Schwingzylinders unter Umständen erst dann, wenn am Anfang des Schwingkörpers Entspannung eingetreten ist. Hieraus ist ersichtlich, daß auf diese Weise keine sich über die gesamte Länge des Zylinders synchron erstreckende Wanderwelle erzielt werden kann.

In Anbetracht dieses Nachteils wird in der genannten Schrift (DE 42 44 704 A1) vorgeschlagen, zwischen den stirnseitigen Enden der Dehnkörper und dem rohrförmigen Schwingkörper "elastische Übertragungsmittel" (3a, 3b in Fig. 2) nach Art mehr oder weniger kelchförmiger Kapitele einzufügen. Bei der Übertragung von statischen Kräften wären derartige Übertragungsmittel sicherlich geeignet, wie die Baukunst seit alters her gezeigt hat. Hingegen ist davon auszugehen, daß sich bei Ultraschallanregung stehende (Biege-)Wellen zwischen den Stirnflächen der Übertragungsmittel ausbilden, d. h. ein Wellenberg in der Mitte tritt gleichzeitig mit Wellentälern an den Enden des Übertragungsmittels auf. Auch wenn sich mangels planparalleler Stirnflächen an den Enden des Übertragungsmittels und mangels geeigneter Anregungsfrequenz (Eigenfrequenz des Übertragungsmittels) keine stehenden Wellen ausbilden, so treten in dem Übertragungsmittel zumindest laufende Wellen auf, wodurch keinesfalls die gewünschte, über die gesamte Länge des Schwingzylinders synchrone Anregung gegeben ist. In jedem Fall ist bei dem genannten Erfindungsvorschlag kein homogener Andruck über die gesamte Länge des Zylinders gewährleistet. Die Übertragung eines Drehmoments auf einen an den Schwingkörper angekoppelten Rotor ist hier somit nur eingeschränkt möglich.

Diesen Mißstand gilt es zu beseitigen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wanderwellenmotor mit Zylinderläufer zu beschreiben, dessen zylindrischer Schwingkörper über seine gesamte Länge gleichmäßig angeregt wird und der bei möglichst geringen Abmessungen, insbesondere bei möglichst geringem Durchmesser, in der Lage ist, ein für Wanderwellenmotoren optimales Drehmoment zu übertragen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der hohlzylindrische elastische Schwingkörper des gattungsgemäßen Wanderwellenmotors aus piezokeramischem Material besteht, wobei die Piezokeramik gleichermaßen die Funktion des Anregemittels als auch die des Schwingkörpers übernimmt.

Dies hat den Vorteil, daß keinerlei Anpassung von zwischen Anregemittel und Schwingkörper bestehenden unterschiedlichen akustischen Wellenwiderständen

vorzunehmen ist. Auch haben Anregemittel und Schwingkörper keine differierende Eigenfrequenzen, denn Anregemittel und Schwingkörper sind dasselbe Bauelement.

Wählt man als Anregefrequenz die Eigenfrequenz, die mit mittlerer Umfangslänge und Schallgeschwindigkeit des Schwingkörpers aus Piezokeramik gegeben ist, so bildet sich bei Anregung eine stehende (Biege-)Welle aus, die zu laufen beginnt, wenn dieser Welle räumlich versetzt mindestens eine gleichartige phasenverschobene stehende Welle überlagert wird.

Eine alternative Ausführungsform des gattungsgemäßen Wanderwellenmotors sieht vor, das piezokeramische Anregemittel auf dem Schwingkörper als Aufschicht auszubilden, die sich über dessen gesamte innere und/oder äußere Umfangsoberfläche erstreckt.

Wählt man die piezokeramische Aufschicht auf dem Schwingkörper dergestalt aus, daß eine möglichst starre Kopplung zwischen Aufschicht und Schwingkörper und eine möglichst schwache Kopplung zwischen den einzelnen piezokeramischen Partikeln gegeben ist, so ergeben sich vernachlässigbar geringe Kopplungsverluste. Eine derartige Ausführungsform wird vorzugsweise mit einer dünnen Schichtdicke der Aufschicht verwirklicht.

Besteht bei dieser alternativen Ausführungsform der Schwingkörper aus Metall oder einem sonstigen elektrisch leitfähigen Material, so kann er vorzugsweise gleichzeitig als Gegenelektrode für das Anregemittel dienen.

Auf dem gesamten Umfang des piezokeramischen Anregemittels befinden sich äquidistant linienförmige Elektroden, die sich jeweils längs der inneren und/oder äußeren Zylinderoberfläche geradlinig über dessen ganze Länge erstrecken. Durch die Linienhaftigkeit der Elektroden wird der Schwingkörper über seine gesamte Länge synchron angeregt. Damit werden Schwingungen in Längsrichtung des Zylinders vermieden und — wie gewünscht — ausschließlich Umfangswellen ausgelöst.

Da die Ausdehnung der Elektroden in Umfangsrichtung des Zylinders vernachlässigbar gering ist, können die gewünschten Umfangswellen somit praktisch linienförmig entstehen. Durch eine Vielzahl solcher Elektroden können die verschiedensten Schwingungsmoden angeregt werden. Insbesondere kann so die Laufrichtung und -geschwindigkeit der Wanderwelle beeinflußt werden.

Zur Übertragung des Drehmoments, welches sich aus der Tangentialbewegung der sich jeweils auf Wellenbergen des Schwingkörpers befindlichen Materiepunkte ergibt, steht ein zylindrischer Rotor ganzflächig unter Druck in Kontakt mit der inneren (Innenläufer) oder äußeren (Außenläufer) Zylinderfläche des Schwingkörpers. Dieser Druckkontakt wird vorteilhafterweise mittels einer Gummilage im Rotor erzeugt.

Besteht der Schwingkörper aus piezokeramischem Material entsprechend der ersten Alternative der Erfindung, so kann der Druckkontakt zwischen Rotor und Schwingkörper dadurch verwirklicht werden, daß man den Rotor während Anwendung eines Kontraktionsfeldes auf den piezokeramischen Schwingkörper bei enger Passung in diesen einführt, bzw. im Falle eines Außenläufers, den Rotor während der Anwendung eines Dillatationsfeldes über den Schwingkörper schiebt. Da die Piezokeramik nahezu inkompressibel ist, wird nämlich durch Anwendung eines Kontraktionsfeldes (in Längsrichtung des zylindrischen Schwingkörpers) eine Erweiterung in radialer Richtung, bei Anwendung eines Dilla-

tationsfeldes eine radiale Verjüngung bewirkt. Durch Abschalten des Kontraktionsfeldes, bzw. Abschalten des Dillatationsfeldes und Abschalten der für die Erzeugung der Wanderwellen erforderlichen Antriebsenergie kann der erfindungsgemäße Wanderwellenmotor als Feststellbremse fungieren. Bei Abschalten der Antriebsenergie und gedrosseltem Dillatationsfeld, bzw. Kontraktionsfeld kann ein dosierbarer und regelbarer Schlupf zwischen Rotor und Stator eingestellt werden.

Es kann aber nicht nur ein derartiges passives Bremsmoment übertragen werden. Bei Anwesenheit von geregelter Schlupf kann durch Anwendung eines gegenläufigen Antriebs der motorischen Wanderwellen aktiv gegengesteuert werden, so daß der erfindungsgemäße Wanderwellenmotor ohne zwischenzeitliche Blockade übergangslos in Gegenrichtung betrieben werden kann.

Um zu vermeiden, daß der Schwingkörper die beaufschlagte Schwingungsenergie an das Gehäuse überträgt, ist der Stator über eine den Schwingkörper entkoppelnde Kehle an dem Motorflansch befestigt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand zweier Ausführungsbeispiele und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert, wobei

Abb. 1 eine Explosionszeichnung eines erfindungsgemäßen Wanderwellenmotors mit innenliegendem Rotor und

Abb. 2 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Wanderwellenmotor, ebenfalls mit innenliegendem Rotor, darstellt.

Die **Abb. 3, 4 und 5** zeigen Querschnitte durch verschiedene Ausführungsformen des Stators des erfindungsgemäßen Wanderwellenmotors.

Grundsätzlich besteht der erfindungsgemäße Wanderwellenmotor 2 mit Zylinderläufer aus zwei wesentlichen Teilen:

einem als Schwingkörper 6 ausgebildeten (hohl-) zylindrischen Stator 4 und einem zylindrischen Rotor 16, der entweder stabförmig ausgebildet ist und unter radialem Druck fest im Innern des rohrförmigen Stators 4 angeordnet ist (Innenläufer, **Fig. 1** und **Fig. 2**), oder der rohrförmig über den zylindrischen Stator 4 gestülpt ist und ebenfalls in Druckkontakt mit dem Stator 4 steht (Außenläufer).

Der in den **Abb. 1, 2 und 3** dargestellte Stator 4 ist aus einem (hohl-)zylindrischen Rohr aus Piezokeramik gebildet. Längs seiner inneren 6a, 12a und äußeren 6b, 12b Umfangsoberfläche ist der hohlzylindrische Stator 4 mit zahlreichen, äquidistant angeordneten Elektroden 8a, ...; 9a, ... ausgestattet, wobei sich jeweils paarweise eine äußere 8a, ... und eine innere Elektrode 9a, ... gegenüberstehen. Aus der Wanddicke, der Länge und der mittleren Umfangslänge sind drei Eigenfrequenzen der Piezokeramik vorgegeben. Beaufschlagt man ein Elektrodenpaar 8a, 9a, ... mit einem elektrischen Signal, dessen Frequenz (deutlich) geringer ist als die mit der Wandstärke gegebene Eigenfrequenz, so bildet sich längs des Umfangs eine laufende Welle aus. Diese Welle wird zu einer stehenden (Biege-)Welle, wenn die eingespeiste Frequenz gleich oder ein Vielfaches der Umfangs-Eigenfrequenz ist. Beaufschlagt man darüber hinaus ein zweites, zum ersten räumlich versetztes Elektrodenpaar ebenfalls mit der Umfangs-Eigenfrequenz, so ergibt sich eine zweite stehende Welle, die sich der ersten überlagert. Dabei wird die resultierende Welle zu einer Wanderwelle, wenn man in an sich bekannter Weise eine Phasendifferenz zwischen den beiden Signalen vorsieht.

Auf der Wanderwelle bewegen sich die einzelnen

Punkte auf elliptischen Bahnen, wobei auf den Wellenbergen eine der Wanderwelle entgegengesetzte Tangentialbewegung entsteht. Da diese Ellipsenpunkte massebehaftet sind, stellt die Bewegung gleichzeitig eine Kraft dar, die über den Zylinderradius als Hebel auf einen kraftschlüssig angekoppelten Rotor 16 ein Drehmoment ausübt.

So wie bei einem Synchronmotor zur Erzeugung eines Drehfeldes ein einfaches Wechselstromsignal nebst eines phasenverschobenen zweiten Anschlusses ausreicht, so ist es bei einem Wanderwellenmotor 2 zur Erzeugung der Wanderwelle ausreichend, lediglich zwei Elektrodenpaare 8a, 9a; 8b, 9b mit entsprechenden Phasendifferenzen zu beaufschlagen. Eine Vielzahl von Elektrodenpaaren 8a, 9a; ... mit entsprechenden Phasendifferenzen ergibt vielseitigere Regelungsmöglichkeiten und ein besseres Anzugsmoment.

Wie in den Abb. 3, 4 und 5 gezeigt, kann statt paarweise angeordneter Elektroden 8a, ...; 9a, ... eine gemeinsame Elektrode 8, 9 einem einfachen Satz von Elektroden 8a, ...; 9a ... als Gegenelektrode gegenübergestellt werden.

Der in den Abb. 1, 2 und 3 dargestellte Stator 4 aus Piezokeramik stellt gleichzeitig sowohl elektrostriktives Anagemittel 12 als auch Schwingkörper 6 dar.

Nach einer alternativen Ausführungsform der Erfindung werden die Funktionen Anregung und Schwingung weitgehend getrennt ausgeführt. Dabei besteht der Schwingkörper 6 nicht aus Piezokeramik sondern aus einem Material, welches hauptsächlich nach Elastizitätskriterien auszuwählen ist, der Schwingkörper 6 besteht z. B. aus einem Stahlrohr, während die Anregungsfunktion von einer piezokeramischen Auflageschicht 12 erzeugt wird, die sich an der inneren (Fig. 4) oder äußeren (Fig. 5) Umfangsoberfläche des Schwingkörpers befindet. Die piezokeramische Auflageschicht 12 ist erfindungsgemäß derartig ausgebildet, daß sie einerseits möglichst starr an dem Schwingkörper 6 angekoppelt ist, daß aber andererseits die Kopplung zwischen den einzelnen Piezopartikeln in Umfangsrichtung relativ schwach ist, so daß die Schwingungsenergie des Anagemittels 12 vernachlässigt werden kann. Dies wird insbesondere mit einer relativ dünnen Anageschicht erreicht. Eine derartige dünne Piezoschicht hat darüber hinaus den Vorteil, daß die aufbringbare elektrische Energie umso größer wird, je dünner die Piezoschicht ausgebildet ist, denn die elektrische Kapazität ist umgekehrt proportional zur Dicke der als Kondensator anzusehenden Piezoschicht.

Besteht der Schwingkörper 6 aus einem elektrisch leitenden Metall, so kann er als Gegenelektrode 8, 9 für das Anagemittel 12 dienen. Um die mechanisch empfindlichen Einzelelektroden 8a, ...; 9a, ... nicht durch mechanischen Abrieb zu zerstören, ist das Anagemittel 12 bevorzugt an der dem Rotor 16 abgewandten Seite des Schwingkörpers 6 angebracht, d. h. bei einem Außenläufer an der Innenseite (Fig. 4), bei einem Innenläufer an der Außenseite (Fig. 5).

Um das Drehmoment der sich tangential auf den Wellenbergen fortbewegenden Partikel auf den Rotor 16 zu übertragen, ist es erforderlich, daß dieser — im Unterschied zum Rotor eines herkömmlichen Elektromotors — mit dem Stator 4 in kraftschlüssiger Verbindung steht. Dafür wird der Rotor 16 im Falle eines Innenläufers auf seinem gesamten Umfang mit einer elastischen (Gummi-)Auflage 22 und auf seiner Umfangsoberfläche mit einer Haftschrift 20 aus adhäsivem oder reibfähigem Material versehen und in strammer Passung in den

Stator 4 geklemmt. Bei einem Außenläufer befinden sich Gummilage 22 und Haftschrift 20 an der inneren hohlzylindrischen Oberfläche des Rotors 16. Nach einer weiteren Ausführungsform kann die Haftwirkung durch zum Stator 4 entgegengesetzte elektrostatische Aufladung des Rotors 16 erfolgen oder zumindest unterstützt werden. So wird es in vorteilhafter Weise möglich, das mit der tangentialen Bewegung verbundene Drehmoment auf einen mit einer solchen Haftschrift versehenen Rotor zu übertragen.

Statt mit einer Gummischicht 22 kann die enge Passung des Rotors erfindungsgemäß auch auf eine andere Weise verwirklicht werden: Unterwirft man den in den Abb. 1—3 gezeigten piezokeramischen Stator 4 einem in Längsrichtung wirkenden starken elektrischen Feld, so ergibt sich je nach Polung des Feldes in Bezug zur Orientierung der elektrostriktiven Asymmetrie des piezokeramischen Materials eine Kontraktion bzw. Dillatation in Längsrichtung. Da das Piezomaterial praktisch inkompressibel ist, ist mit einer Kontraktion in Längsrichtung eine Dillatation in radialer Richtung gegeben. Führt man dann einen starren Rotor 16 in enger Passung in den Stator 4 ein, so wird nach Abschalten des elektrostatischen Feldes der Rotor 16 eingeklemmt. Für einen Außenläufer ist zuvor ein Dillatationsfeld anzulegen, was zu einer Dehnung des Stators 4 in Längsrichtung nebst einer Kontraktion in radialer Richtung führt.

An seinen Enden ist der Stator 4 über eine Kehle 24 an einem Motorflansch 26 befestigt. Dabei ist diese Kehle 24 so ausgebildet, daß der Stator 4 einerseits hinreichend an dem Motorflansch 26 und damit an den anderen tragenden Teilen befestigt ist, andererseits aber eine Entkopplung zwischen Schwingkörper 6 und Motorflansch 26 gewährleistet ist, so daß Schwingungsenergie höchstens in vernachlässigbarem Ausmaß auf den Motorflansch 26 übertragen wird.

Bezugszeichenliste

- 2 Wanderwellenmotor
- 4 Stator
- 6 Schwingkörper
- 6a innere und
- 6b äußere Umfangsoberfläche des Schwingkörpers
- 8, 9 Gegenelektroden
- 8a, ...; 9a, ... Elektroden
- 12 Anagemittel
- 12a innere und
- 12b äußere Umfangsoberfläche des Anagemittels
- 14 elektronische Schaltung
- 16 Rotor
- 18 Berührungsfläche
- 20 Haftschrift
- 22 Gummilage
- 24 Kehle
- 26 Motorflansch

Patentansprüche

1. Wanderwellenmotor (2) mit Zylinderläufer, bestehend aus:
 - einem Stator (4), mit einem hohlzylindrischen elastischen Schwingkörper (6) nebst einem mit mindestens zwei Paaren von Elektroden (8, 8a, ...; 9, 9a, ...) versehenen, piezokeramischen Anagemittel (12),
 - einer elektronischen Schaltung (14) zur Speisung der Elektroden (8, 8a, ...; 9, 9a, ...) des

piezokeramischen Anregemittels (12),
 — und einem Rotor (16), der unter Druck in
 Kontakt mit dem Stator (4) steht, und wobei
 der Rotor (16) an seiner Berührungsfläche (18)
 mit dem Stator (4) mit einer Haftschrift (20) 5
 versehen ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß der hohlzylindrische elastische Schwingkörper
 (6) aus piezokeramischem Material besteht und in
 gleicher Weise Anregemittel (12) und Schwingkörper 10
 (6) darstellt.

2. Wanderwellenmotor nach dem Oberbegriff des
 Patentanspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß
 das piezokeramische Anregemittel (12) als Auflage-
 schicht ausgebildet ist, welche sich über die ge- 15
 samte innere und/oder äußere Umfangsoberfläche
 (6a, 6b) des Schwingkörpers (6) erstreckt.

3. Wanderwellenmotor nach Patentanspruch 1 oder
 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (8,
 8a ...; 9, 9a, ...) über den gesamten Umfang des 20
 piezokeramischen Anregemittels (12) verteilt sind
 und sich jeweils längs der inneren und/oder äußeren
 Zylinderoberfläche (12a, 12b) des Anregemittels
 (12) geradlinig über dessen ganze Länge erstrecken. 25

4. Wanderwellenmotor nach Patentanspruch 3, da-
 durch gekennzeichnet, daß die zylindrische innere-
 (12a) oder äußere Umfangsoberfläche (12b) des
 piezokeramischen Anregemittels (12) aus einem
 elektrisch leitfähigen Material besteht, das als Ge- 30
 genelektrode (8 oder 9) dient.

5. Wanderwellenmotor nach einem der vorherge-
 henden Patentansprüche 1—4, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die Elektroden (8, 8a, ...; 9, 9a ...) 35
 derartig mit elektrischer Energie unterschiedlicher
 Frequenzen ansteuerbar sind, daß anstatt einer
 Grundwelle mit der Frequenz N_{u1} auch Oberwel-
 len mit den Frequenzen $N_{u2} \dots N_{un}$ anregbar sind.

6. Wanderwellenmotor nach einem der vorherge-
 henden Patentansprüche 1—5, dadurch gekenn- 40
 zeichnet, daß die Elektroden (8, 8a, ...; 9, 9a ...) 40
 derartig phasenverschoben ansteuerbar sind, daß
 die Geschwindigkeit der laufenden Wanderwellen
 variabel ist.

7. Wanderwellenmotor nach einem der vorherge- 45
 henden Patentansprüche 1—6, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß der Druckkontakt zwischen Rotor
 (16) und Stator (4) durch eine Gummilage (22) im
 Rotor (16) erzeugt wird.

8. Wanderwellenmotor nach einem der Patentan- 50
 sprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ro-
 tor (16) während eines auf den Stator (4) einwirken-
 den Dillatationsfeldes mit enger Passung einsetz-
 bar ist, so daß er nach Abschalten des Dillatations-
 feldes fest eingeklemmt ist. 55

9. Rotor für einen Wanderwellenmotor nach einem
 der Patentansprüche 1—8, dadurch gekennzeich-
 net, daß die Haftschrift (20) aus adhäsivem Materi-
 al besteht.

10. Rotor für einen Wanderwellenmotor nach ei- 60
 nem der Patentansprüche 1—8, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die Haftschrift (20) im wesentlichen
 aus einer rauhen Oberfläche besteht.

11. Rotor für einen Wanderwellenmotor nach ei- 65
 nem der Patentansprüche 1—8, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß die Haftwirkung der Haftschrift (20)
 im wesentlichen durch eine zum Stator (4) entge-
 gengesetzte elektrostatische Aufladung des Rotors

(16) erzeugbar ist.

12. Wanderwellenmotor nach einem der Patentan-
 sprüche 1—11, dadurch gekennzeichnet, daß der
 hohlzylindrische Stator (4) über eine Kehle (24) an
 einem Motorflansch (26) befestigt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

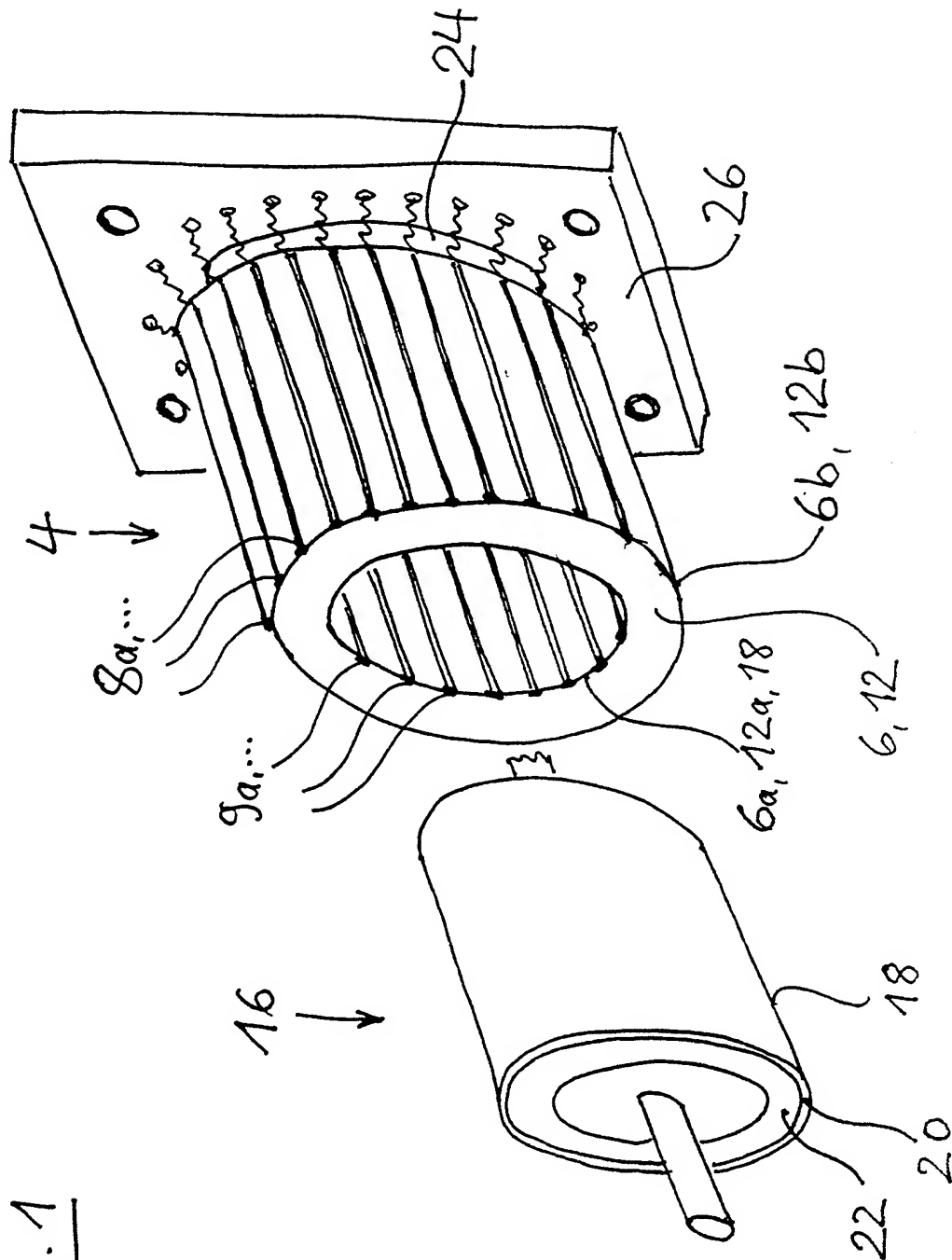


Fig. 1

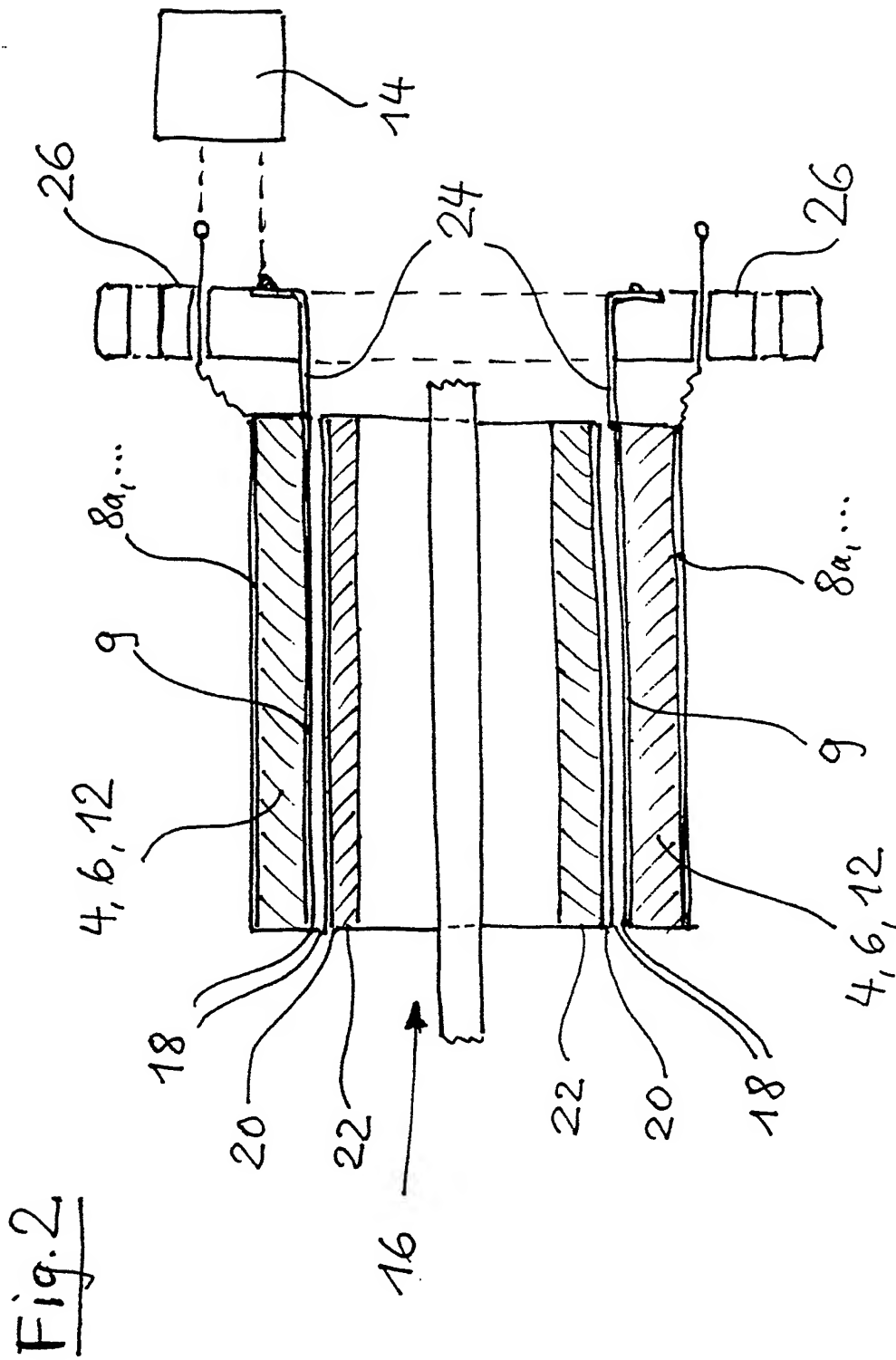


Fig. 3

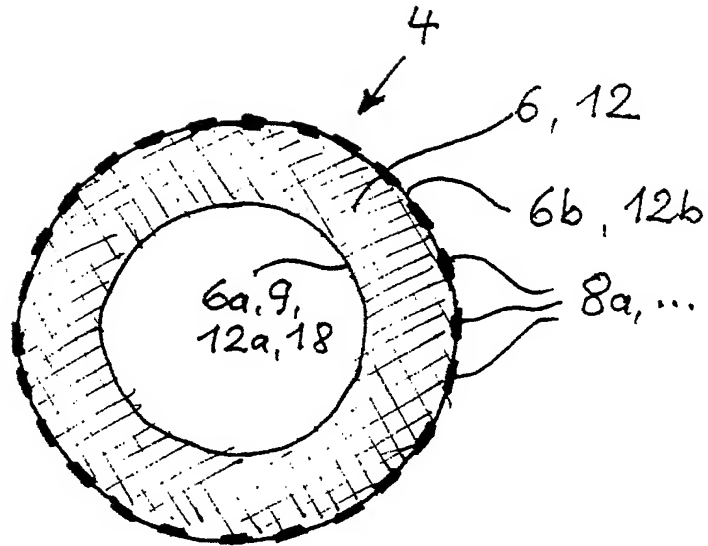


Fig. 4

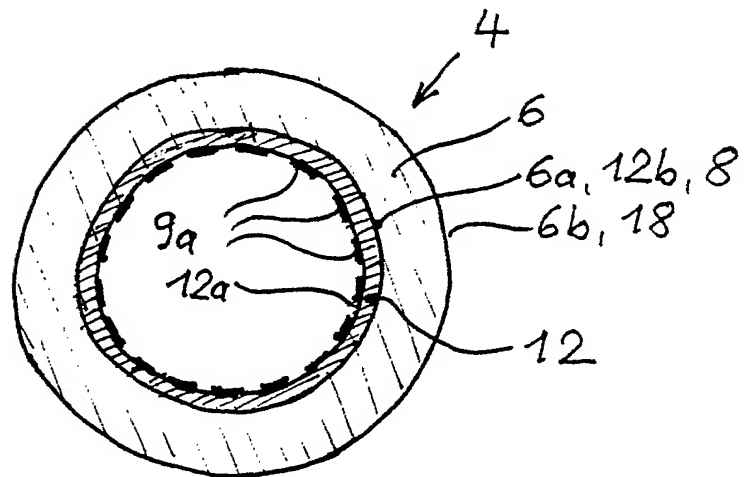
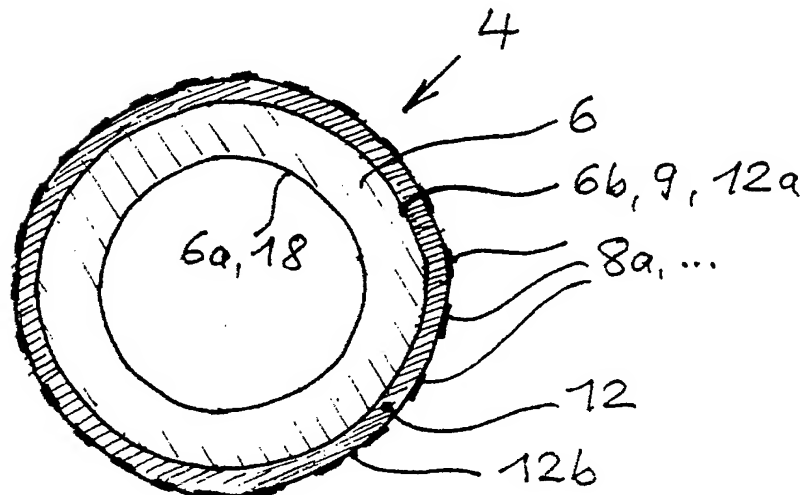


Fig. 5



PUB-NO: DE004427760A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4427760 A1
TITLE: Travelling-wave motor with cylindrical rotor e.g. for parking brake
PUBN-DATE: February 8, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SCHNEIDER, ECKHARD DR	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
CONTINENTAL AG	DE

APPL-NO: DE04427760
APPL-DATE: August 5, 1994

PRIORITY-DATA: DE04427760A (August 5, 1994)

INT-CL (IPC): H02N002/00 , H01L041/09 , B06B001/06

EUR-CL (EPC): H01L041/09

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>The travelling wave motor (2) has a cylindrical rotor. It also has a stator (4) with a hollow cylindrical elastic oscillating body (6). The stator (4) also has a piezoceramic stimulator (12) with two pairs of electrodes (8, 8a,...9, 9a,...). The motor (2) also has an electronic circuit (14) to power the electrodes (8, 8a,...9, 9a,...) of the stimulator (12). The motor (2) further includes a rotor (16) which is held under pressure, in contact with the stator (4). The rotor (16) has a sticky or adhesive layer (20) on its surface (18) which contacts the

stator (4). The hollow cylindrical elastic oscillating body (6) is made of piezoceramic material and forms the stimulator (12) and the oscillator (6) in the same way. The stimulator (12) is preferably formed as a locating layer which extends over the whole inner and outer circumference (6a, 6b) of the oscillator (6).